

les **P**rincipes de base du **C**hauffage



- Les unités de mesure

- Les déperditions thermiques

- La conception d'une installation
de chauffage central

- Les énergies

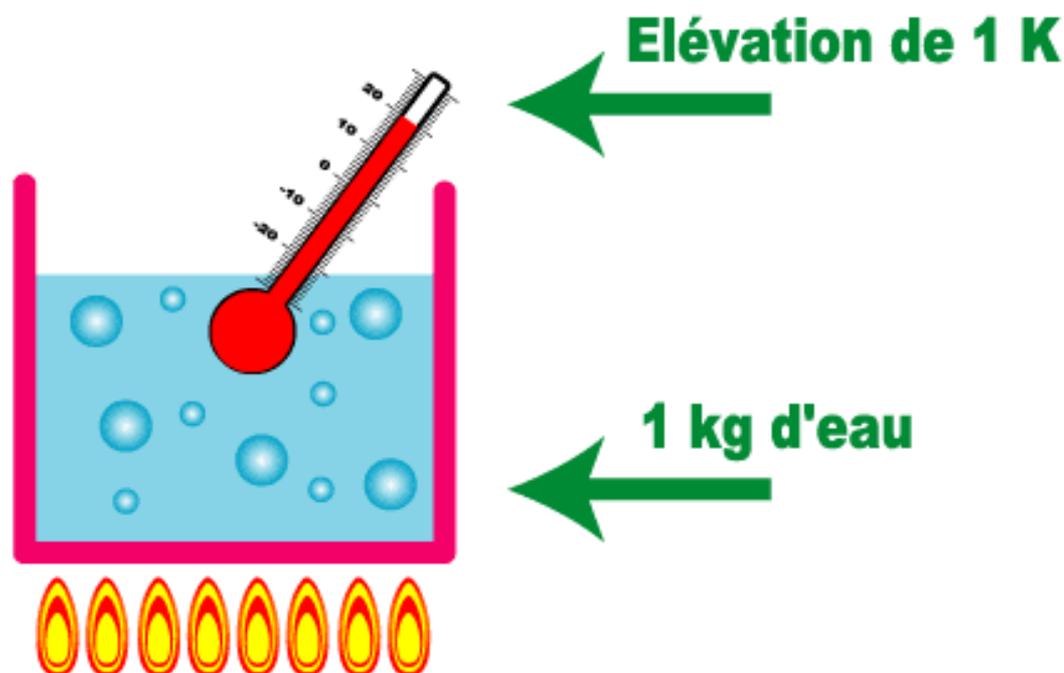
- La combustion et l'environnement

- Notions de rendement



Rappel de base

● La chaleur massique de l'eau : C



Les différences de températures
sont données en kelvin (K) ou
en degrés (°C) norme NF X 02.006

$$C = 1 \text{ kcal} / \text{kg K}$$

ou

$$C = 1,16 \text{ Wh} / \text{kg K}$$

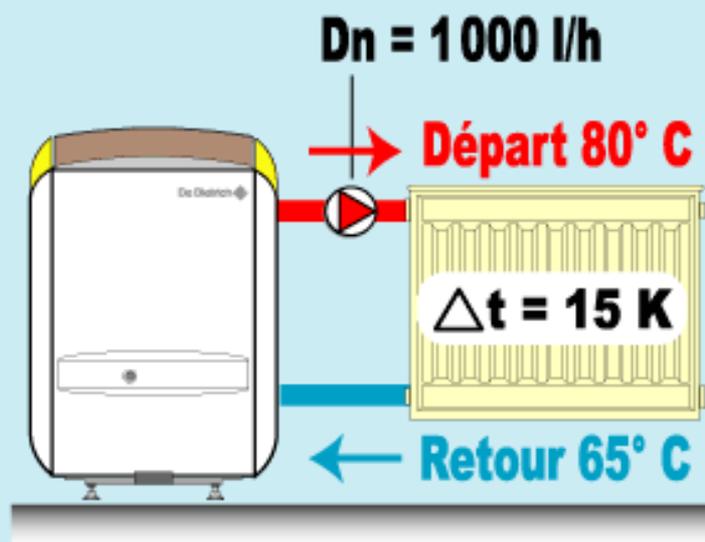
C : Quantité de chaleur nécessaire pour élever l'unité considérée de 1°K

Kilocalorie (kcal) = chaleur à fournir à 1 kg d'eau pour le réchauffer de 1 K (1 kcal = 1,163 Wh)

Watt (W) = quantité de chaleur par unité de temps (h,) (1 watt = 0,860 kcal/h)

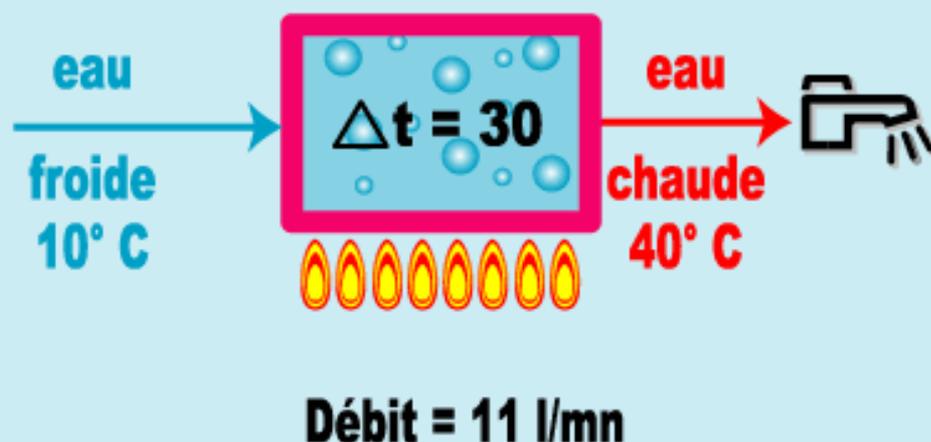
● La puissance : P

En chauffage



$$P = D_n \times \Delta t \times C$$
$$= 1000 \times 15 \times 1,16 = 17400 \text{ W}$$

En eau chaude sanitaire instantanée



$$P = D \times \Delta t \times C$$
$$= (11 \times 60) \times 30 \times 1,16 = 22960 \text{ W}$$

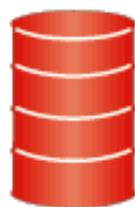
Le pouvoir calorifique des combustibles



Quantité totale
de chaleur
dégagée

A yellow sunburst graphic behind the text.

Le pouvoir calorifique inférieur des combustibles



Fioul 1 kg = 11,9 kWh (1l = 10,2 kWh)



**Gaz nat 1 m³ = 10,1 kWh (gaz de Russie)
= 9,1 kWh (gaz de Groningue)**

Propane 1 m³ = 25,4 kWh (1 kg = 12,8 kWh)

Butane 1 m³ = 32,9 kWh (1 kg = 12,7 kWh)

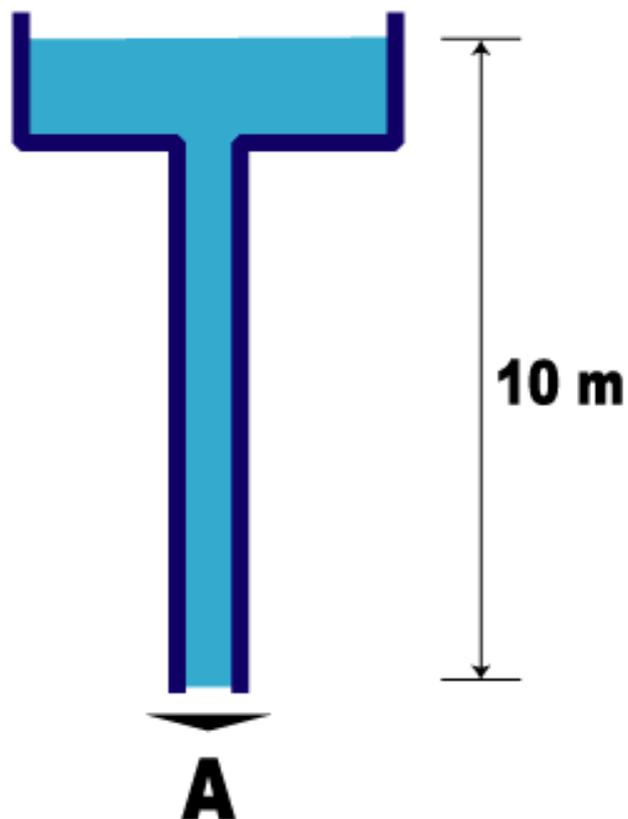


Coke 1 kg = 7,5 kWh (1 t = 7500 kWh)



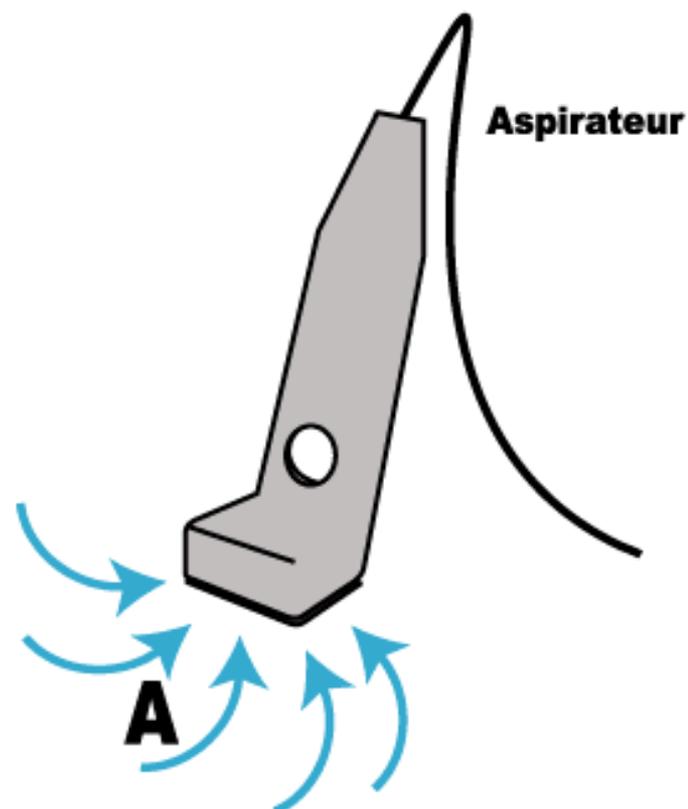
Bois 1 kg = 4,32 kWh (1 stère = 600 kg = 2592 kWh)

PRESSION



pression au point A = 1 bar

DEPRESSION



dépression ou aspiration
au point A

1 bar = 10 m CE = 10000 mm CE

DEPRESSION
(tirage de cheminée)

**mesure
de
pression**

**Exemple : la pression de
la pompe fioul = 12 bar**

**mesure
de
dépression**

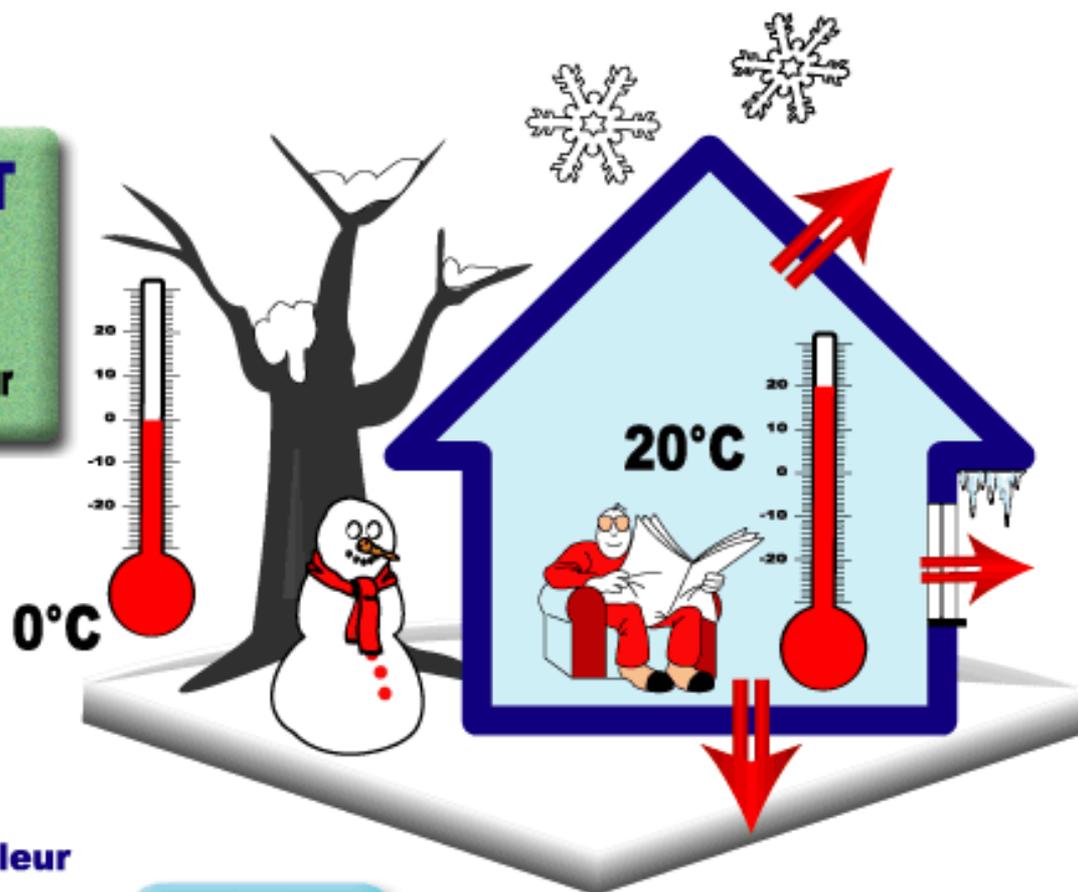
**Exemple : le tirage de
la cheminée = 2mmCE**

$$\text{déperdition (en W)} = G \times V \times \Delta T$$

G = coefficient de déperdition en $W/m^3 \times ^\circ C$

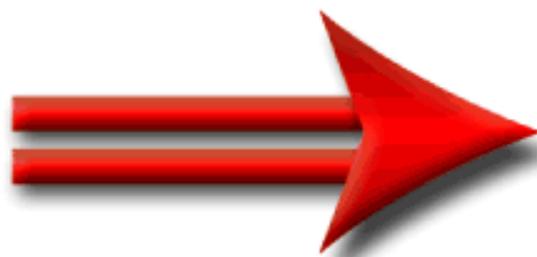
V = volume habitable

ΔT = écart de température entre intérieur et extérieur



seul sens possible
d'écoulement de la chaleur

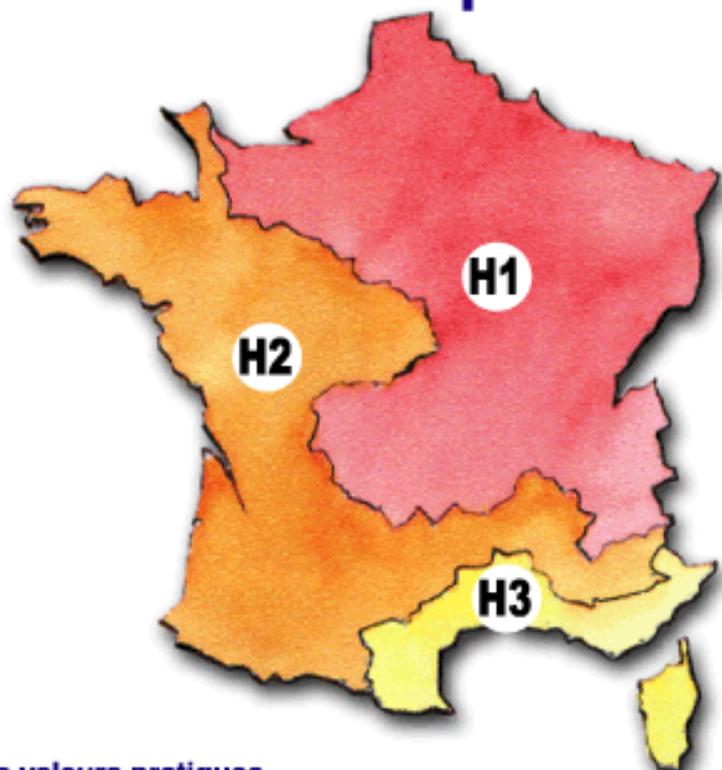
**corps
plus
chaud**



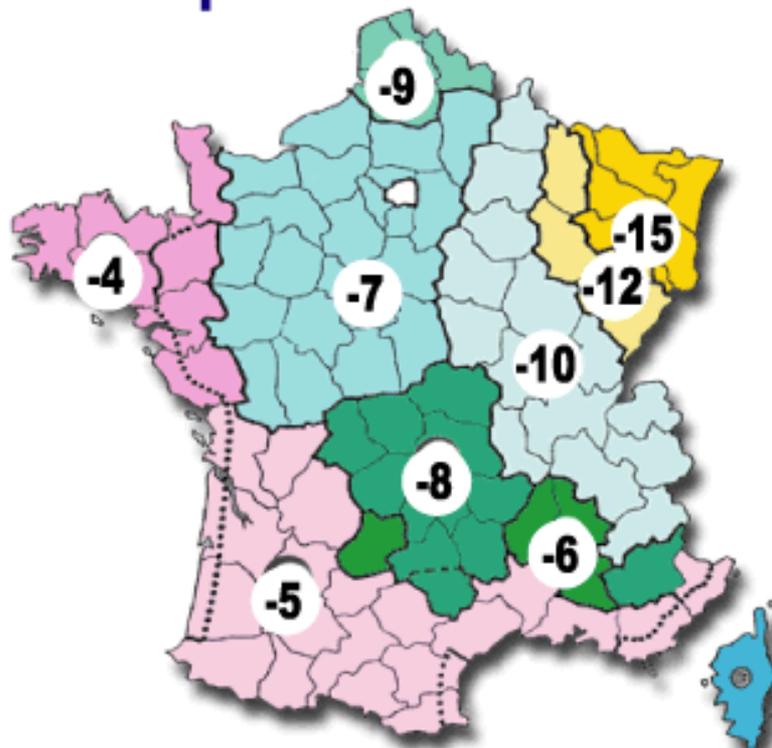
**corps
plus
froid**

La chaleur s'écoule toujours du chaud vers le froid

carte des zones climatiques



carte des températures de base



Quelques valeurs pratiques du coefficient G (pour un pavillon individuel)

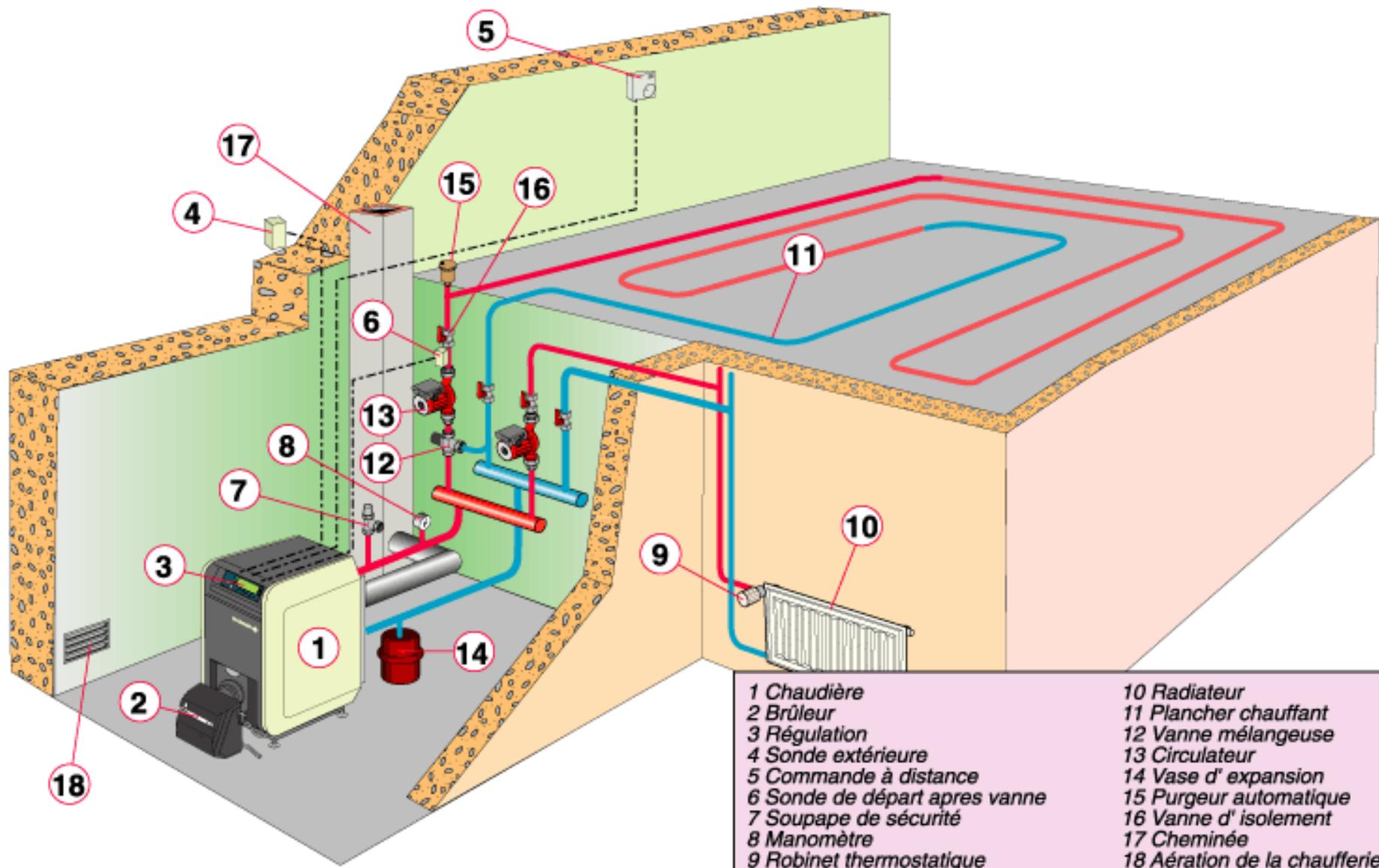
Valeur moyenne pratique du coefficient G

- Ancien sans isolation
- Ancien isolé sur dalle seulement
- Construit entre 1974 et 1982
- Construit entre 1982 et 1989
- Construit après 1989

	Zone H1	Zone H2	Zone H3
Ancien sans isolation	2	2	2
Ancien isolé sur dalle seulement	1,7	1,7	1,8
Construit entre 1974 et 1982	1,4	1,6	1,8
Construit entre 1982 et 1989	1,2	1,25	1,3
Construit après 1989	1	1,05	1,15

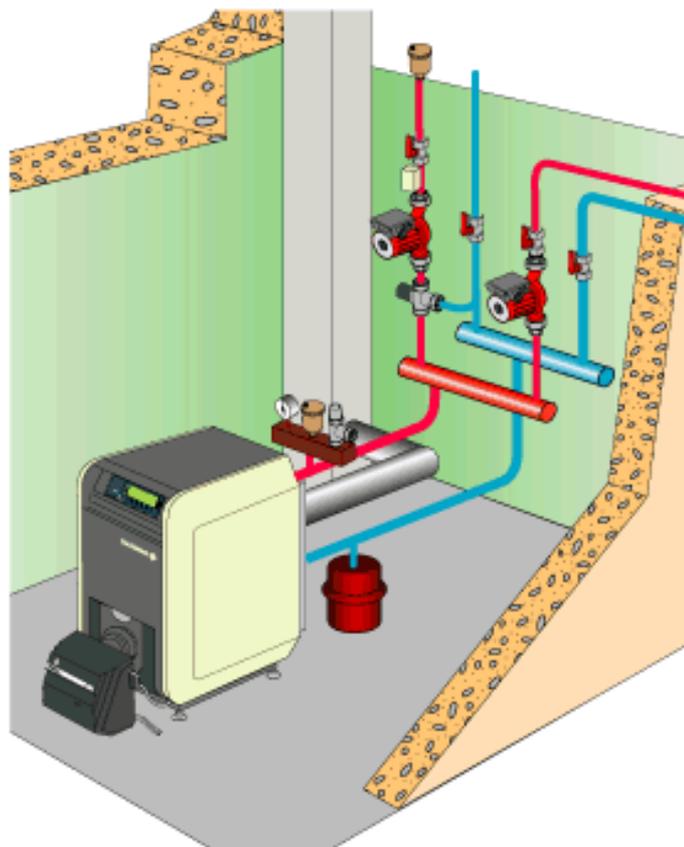
Exemple : - Maison de 120 m² (300 m³)
 - située en région lyonnaise
 - construite après 1989

Dép = 1 x 300 x (20 - (-10)) = 9 000 W



- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1 Chaudière | 10 Radiateur |
| 2 Brûleur | 11 Plancher chauffant |
| 3 Régulation | 12 Vanne mélangeuse |
| 4 Sonde extérieure | 13 Circulateur |
| 5 Commande à distance | 14 Vase d' expansion |
| 6 Sonde de départ apres vanne | 15 Purgeur automatique |
| 7 Soupape de sécurité | 16 Vanne d' isolement |
| 8 Manomètre | 17 Cheminée |
| 9 Robinet thermostatique | 18 Aération de la chaufferie |

Rôle des composants essentiels



GRUPE DE SECURITE

- manomètre : pression d'eau dans l'installation
- soupape de sécurité : empêche les surpressions
- purgeur : évacuation de l'air



VANNE D'ARRET

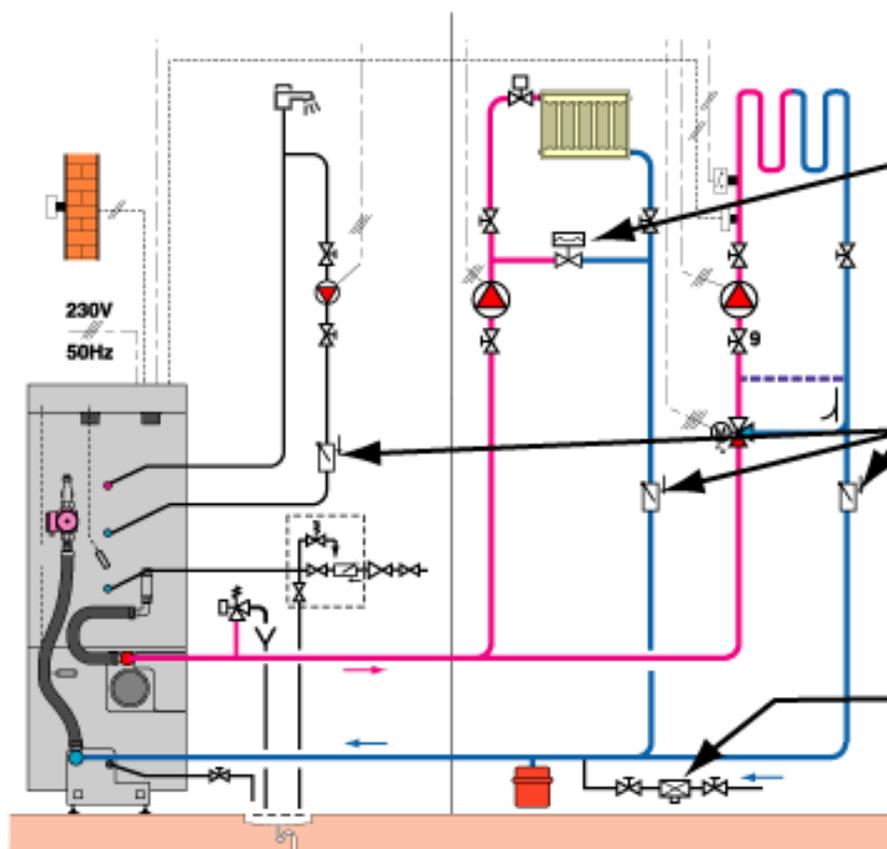
- isole la chaudière



VASE D'EXPANSION

- absorbe la dilatation de l'eau
- compense les surpressions

Rôle des composants essentiels



SOUPAPE DIFFERENTIELLE

- empêche le débit nul en cas de fermeture du robinet thermostatique
- évite les bruits

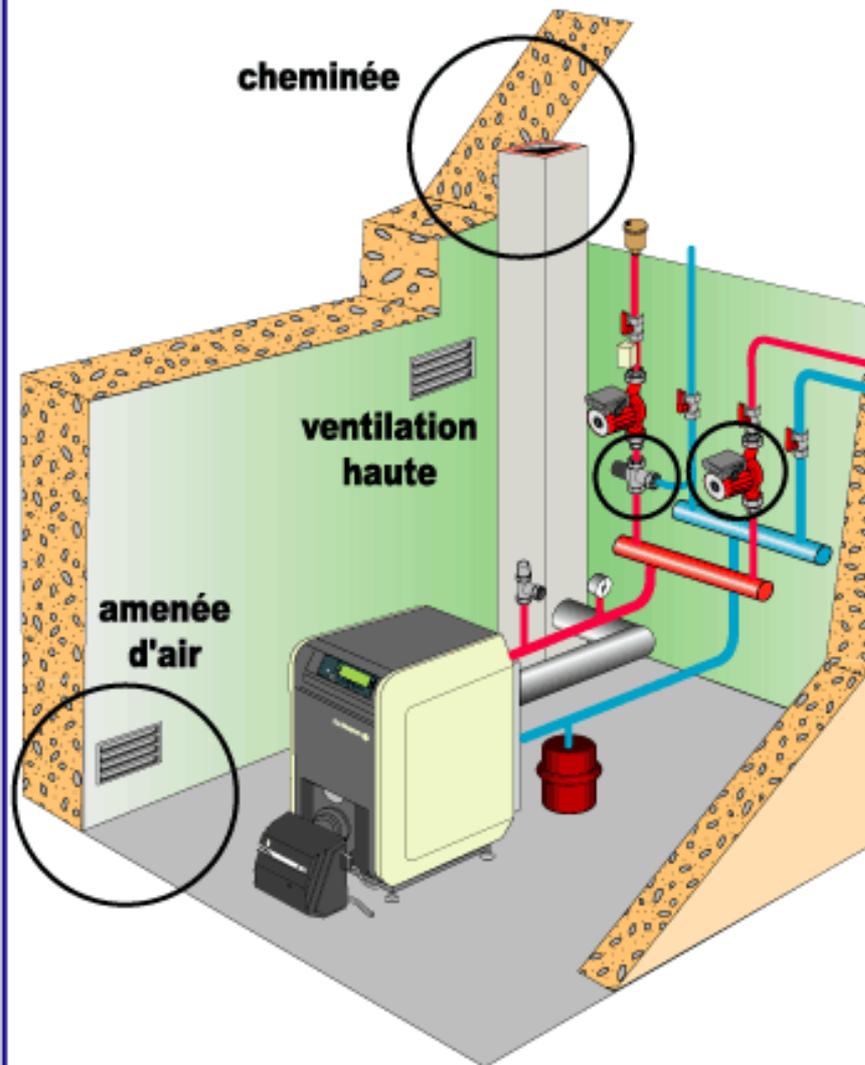
CLAPET ANTI-THERMOSIPHON

- empêche les circulations d'eau parasite

DISCONNECTEUR

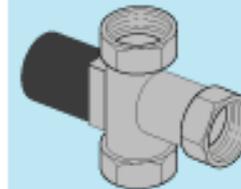
- empêche l'eau de chauffage de polluer l'eau sanitaire

Rôle des composants essentiels



CIRCULATEUR

- assure la circulation de l'eau
- transfère la chaleur sur les radiateurs



VANNE MELANGEUSE

- régule la température de l'eau
- découple circuit chaudière / circuit vanne
- mélange eau de chaudière et eau de retour

AMENEE D'AIR

- fournit l'air comburant

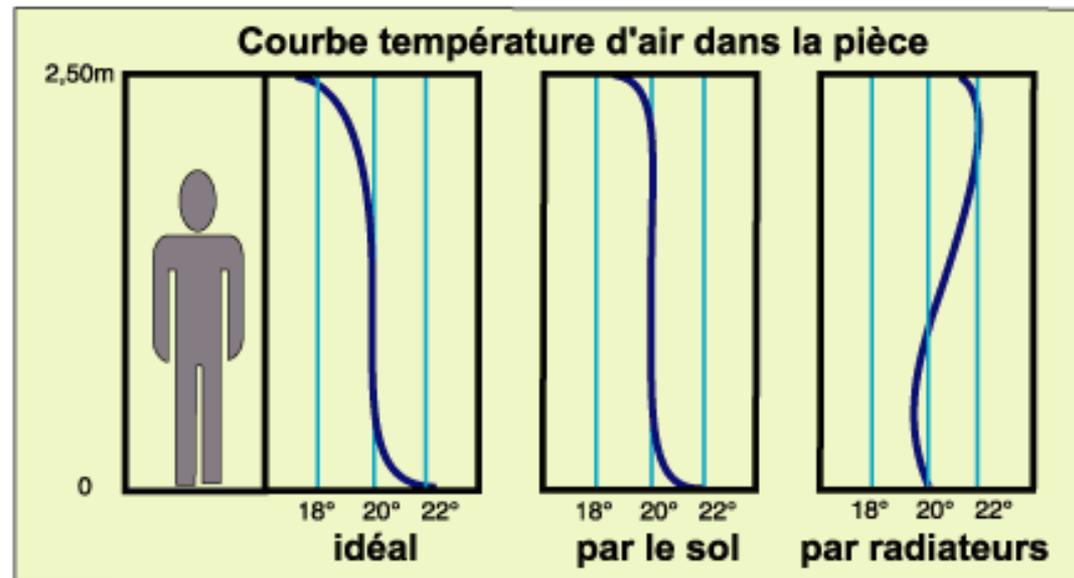
CHEMINEE

- évacue les produits de combustion

Les surfaces de chauffe



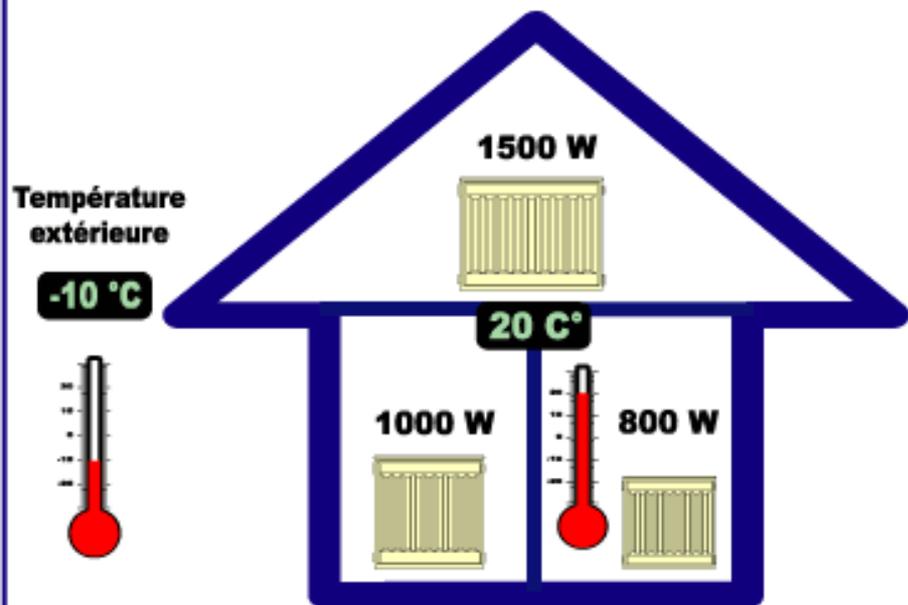
le plancher chauffant
confort, esthétique, économe



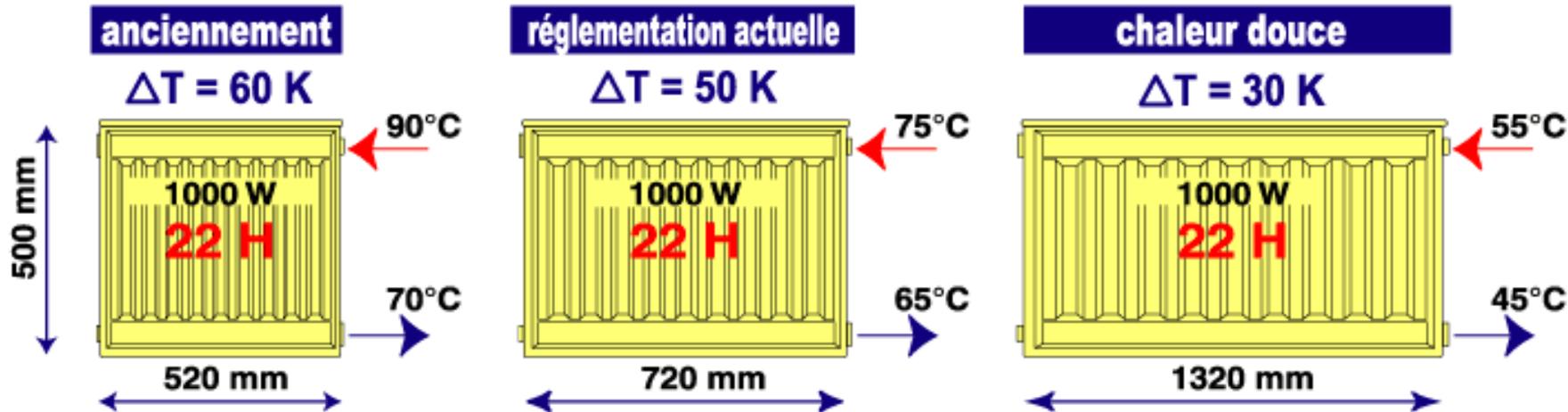
les radiateurs
décoratifs, fonctionnels et réactifs

Choix d'un radiateur

$$\Delta T = \frac{T_{\text{entrée}} + T_{\text{sortie}}}{2} - T_{\text{ambiante}}$$



Exemple de radiateur : 1000W



ENERGIE	PART	COÛT MOYEN au kWh utile base 2000 centimes d'euros	Stockage
Fioul	22 %	3,66 0,24F	Cuve acier ou polypropylène 500 à 5000 l
Gaz naturel	33 %	3,82 0,25F	Sans
Propane Butane	5 %	6,57 0,43F	- Citerne achetée ou louée - Bouteilles
Combustible solide (bois, charbon)	8 %	2,75 0,18F	Important pour le bois 2 ans de stock env. 20 à 40 st.
Electricité	30 %	11,30 0,74F	Sans

Bien poser le problème

De quelles énergies disposez-vous ?

fioul, gaz, bois, charbon, chauffage urbain, électricité

Devez-vous la stocker ?

Electricité, gaz naturel, chauffage urbain sans stockage / fioul, bois charbon avec stockage

S'agit-il d'une construction neuve ou d'une rénovation ?

en neuf : beaucoup de possibilités, en rénovation : tenir compte de l'existant

Un chauffage pour quel type de logement ?

maison ou appartement

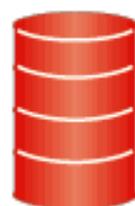
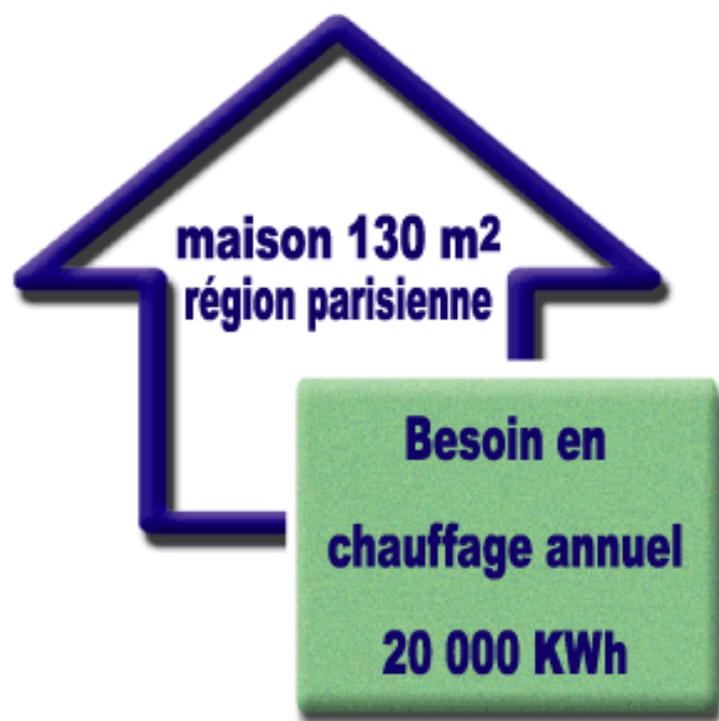
De quel confort souhaitez-vous bénéficier ?

contraintes des combustibles solides / entretien annuel / régulation

De quel budget disposez-vous ?

chauffage à eau chaude ou chauffage électrique

(coût approximatif)



Fioul (0,0366 €/kWh) = **732 €**



Gaz naturel (0,0382 €/kWh) = **764 €**
(pas de stockage)

GPL (0,0657 €/kWh) = **1314 €**

Electricité (0,113 €/kWh) = **2266 €**
(pas de stockage)

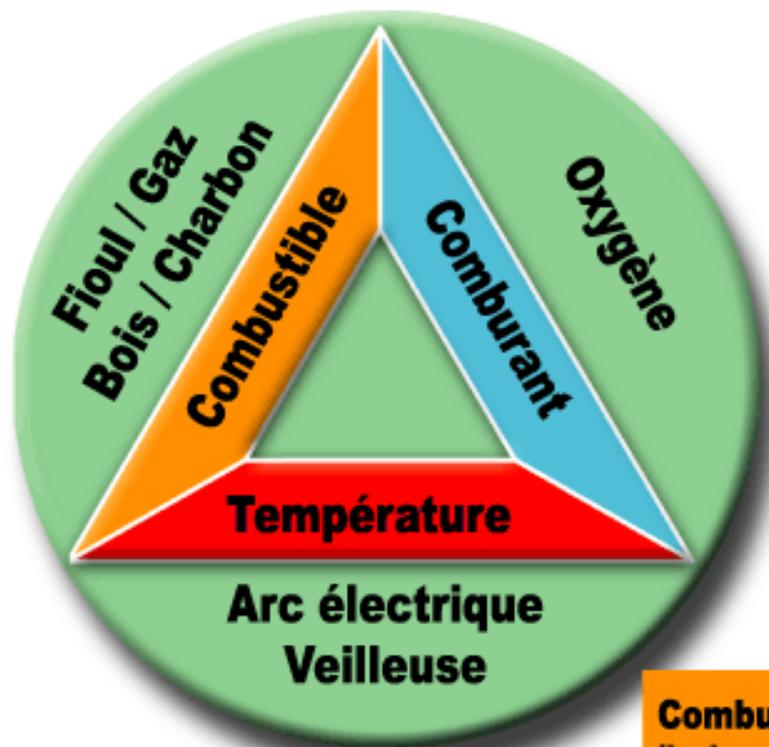


Coke (0,0275 €/kWh) **2,7 tonnes** = **550 €**



Bois hêtre (0,0261 €/kWh) **10 à 11 stères** = **522 €**

Une réaction chimique exothermique



Température des fumées ~ 180°C

- C = atome de carbone
- H = atome d'hydrogène
- O = atome d'oxygène
- S = atome de soufre

H₂O

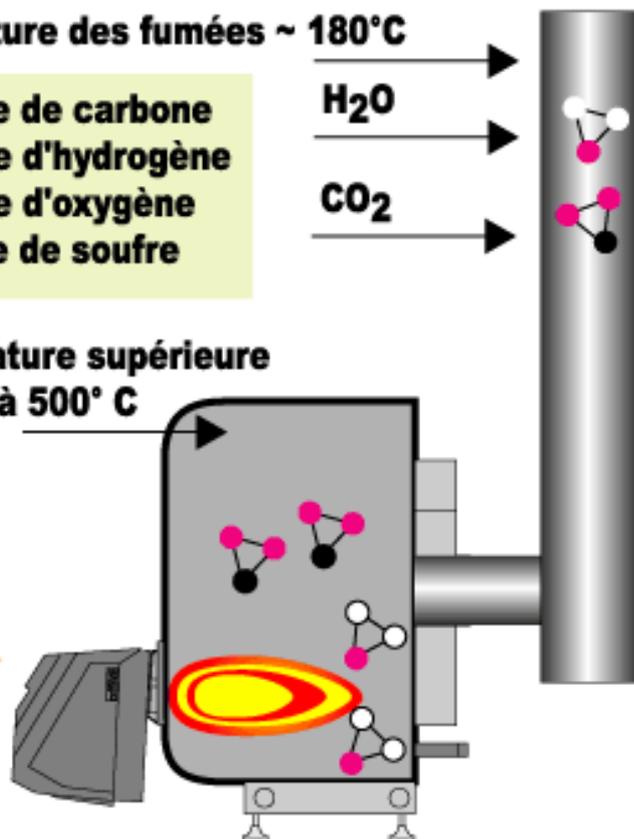
CO₂

température supérieure à 500° C

Combustible (hydrocarbure)



Oxygène

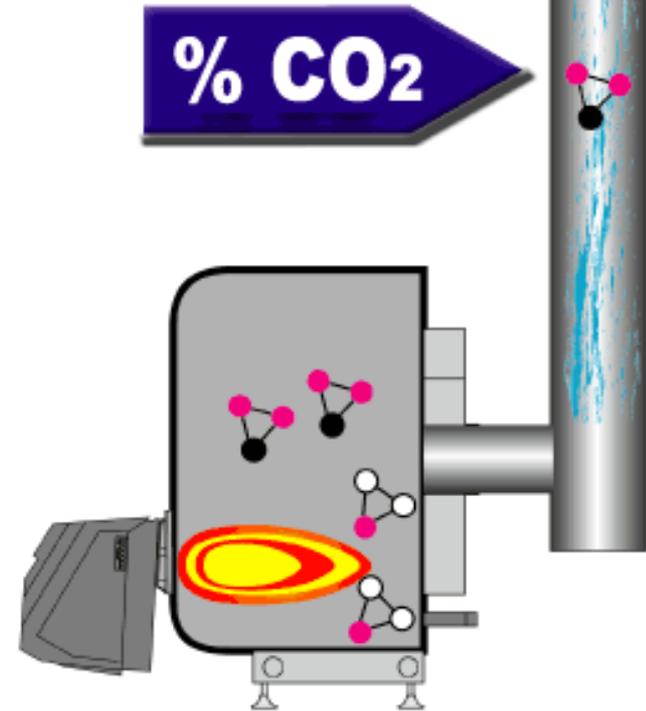
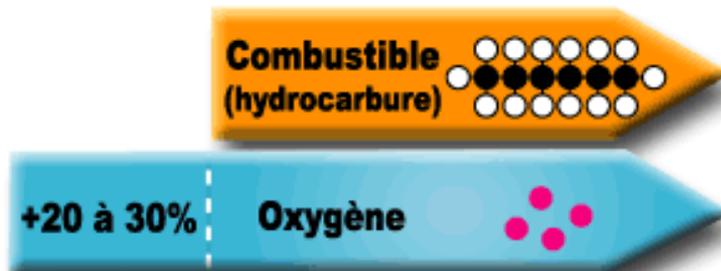


la combustion du carbone



- C = atome de carbone
- H = atome d'hydrogène
- O = atome d'oxygène
- S = atome de soufre

% CO₂ max. : 15,6
sans excès d'air
en pratique 10 à 13 %



CO : monoxyde de carbone (gaz mortel)



**Combustion en défaut d'air
à proscrire**

- C = atome de carbone
- H = atome d'hydrogène
- O = atome d'oxygène
- S = atome de soufre

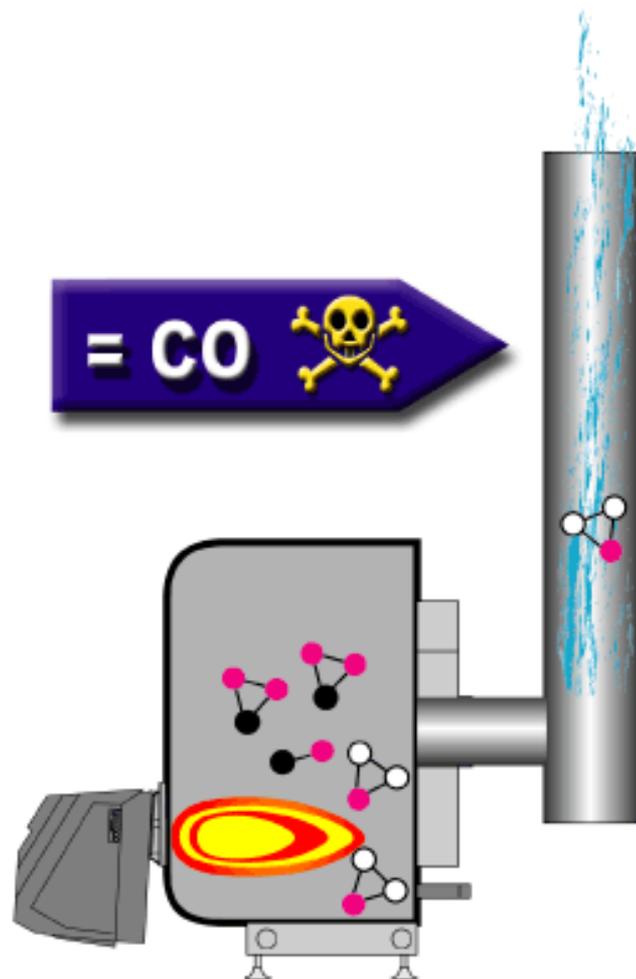
**Combustible
(hydrocarbure)**



**Oxygène
insuffisant**



= CO



la combustion de l'hydrogène

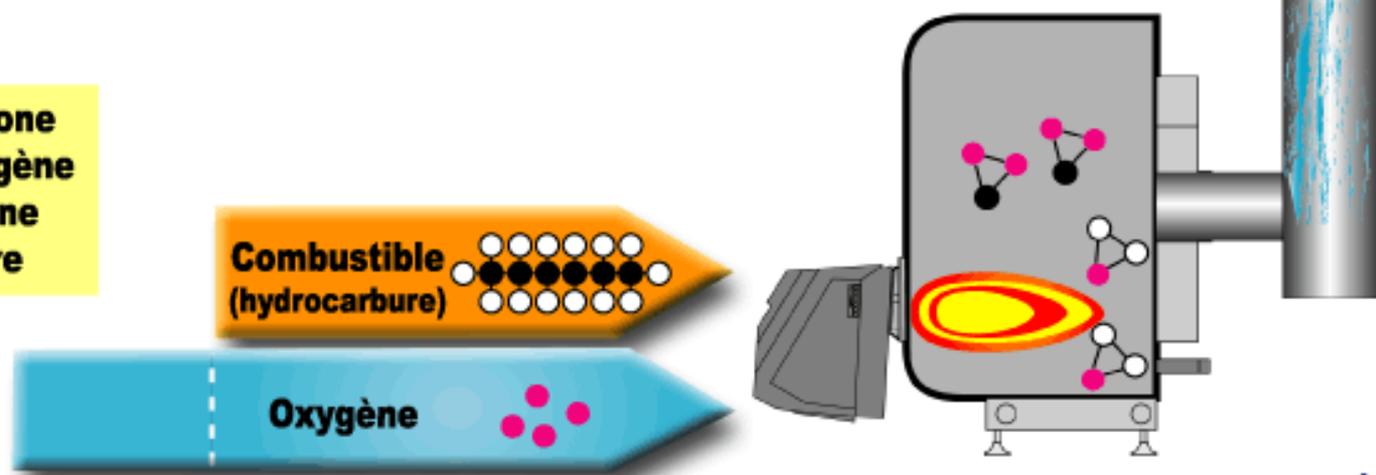


Sous forme de vapeur évacuée dans les fumées non condensées
(H_2O = eau)

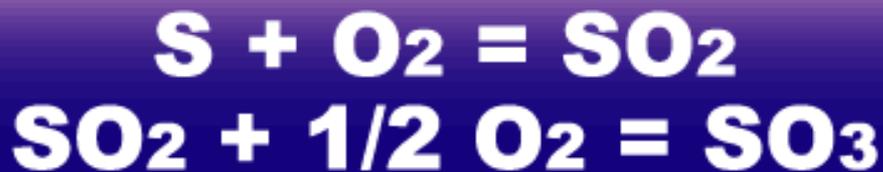
1 litre de fioul produit env. 1 litre d'eau
et 1 m³ de gaz naturel env. 1,6 litre d'eau

**En pratique, cette chaleur est perdue,
d'où la notion de PCI par rapport à PCS.**

- C = atome de carbone
- H = atome d'hydrogène
- O = atome d'oxygène
- S = atome de soufre



la combustion du soufre

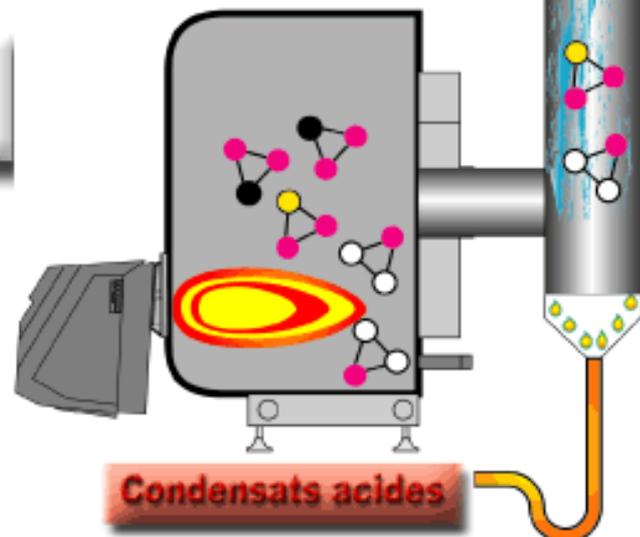


- C = atome de carbone
- H = atome d'hydrogène
- O = atome d'oxygène
- S = soufre

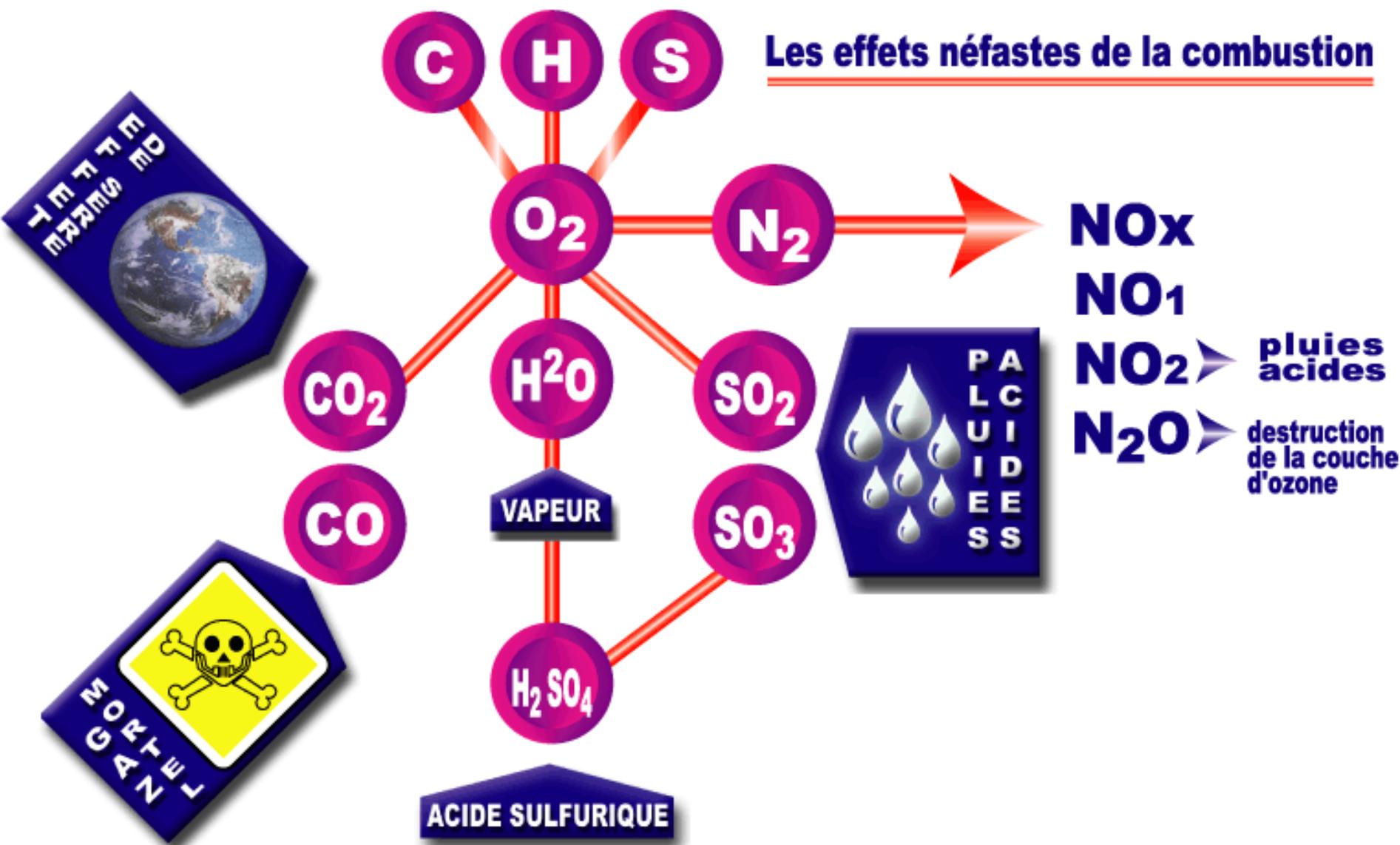
Aspect pollution
Si H₂O est condensée, on risque
d'obtenir une phase acide



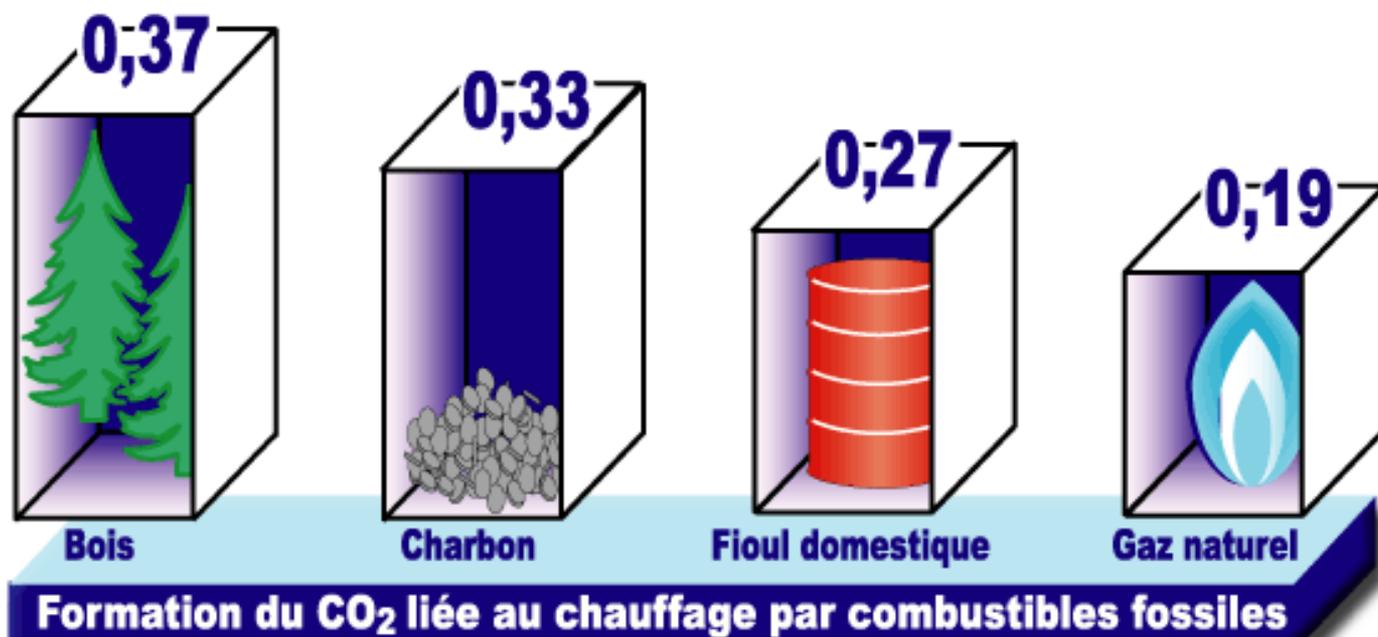
SO₂ : dioxyde de soufre
SO₃ : trioxyde de soufre
H₂SO₄ : acide sulfurique



Les effets néfastes de la combustion

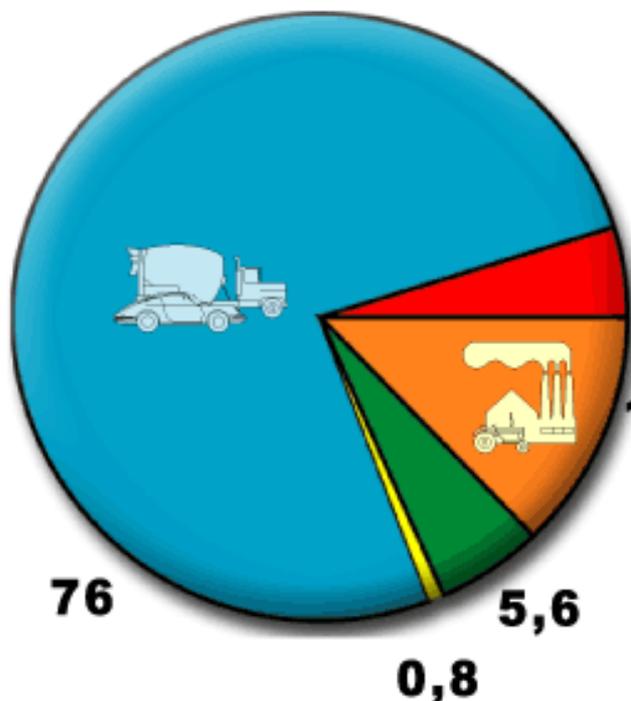


Les émissions de CO₂ kg CO₂ / kWh PCI combustible



NO_x

Pluies acides
Emissions en %




TRANSPORT


CHAUFFAGE

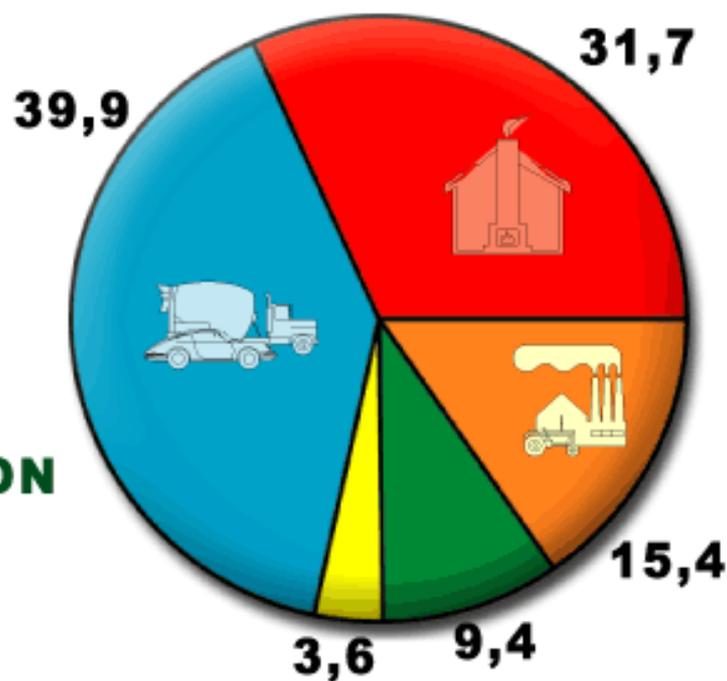

INDUSTRIE AGRICULTURE


TRANSFORMATION D'ÉNERGIE


TRANSFORMATION D'ÉNERGIE

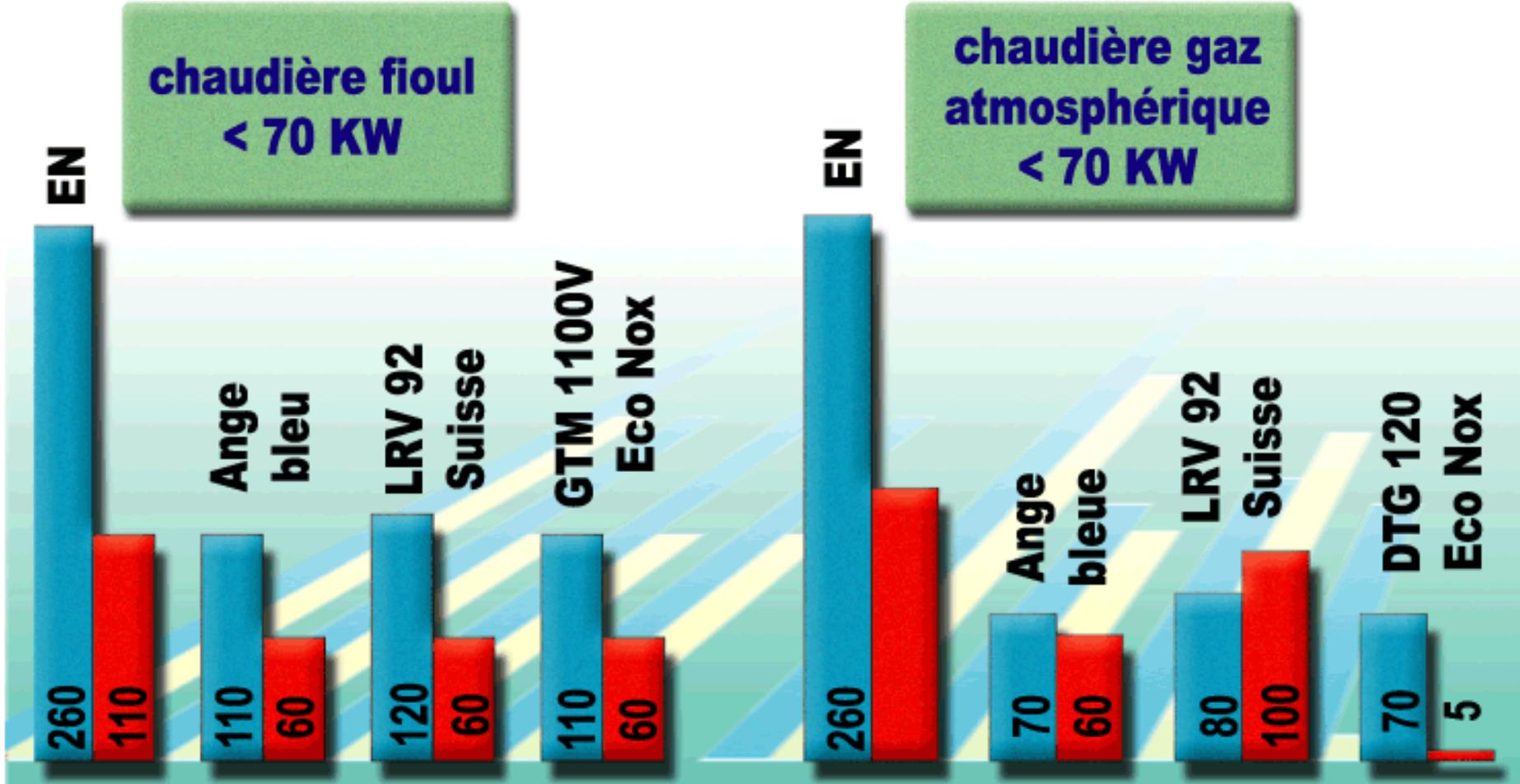
CO₂

Effet de serre
Emissions en %



chaudière fioul
< 70 KW

chaudière gaz
atmosphérique
< 70 KW



■ NOx ■ CO

en mg/KWh

